EVALUACIÓN DE RIESGO A CONTAMINANTES INDUSTRIALES EN AGUAS, PARA LA CIUDAD DE TANDIL, ARGENTINA.

GARCÍA, María Celia - Centro de Investigaciones Geográficas. UNCPBA. Tandil, Argentina.
mgarcia@fch.unicen.edu.ar

SUMMARY

Thes document evaluated metallics heavy, as well Nitrates and Nitritos in water of wells as in water of network. It intends to link the diagnosis of risk to the presence of urban industrial uses and to correlate it with the Urban Life Quality in order to determine parameters of Social Vulnerability at risk.

Itself built a cartographic in vectorial GIS, with region layers (Radios Fractions of the Census INDEC 1991-2001, blocks and Industrial Districts, 1991-2001 Network Water Covers, identical Sewers Network Covers), line layers (isohipsas, superficial hydrography basin and routes) and layers of points (Industries, services, 52 samples of water of well and of water of public network), testead their locating by GPS.

Employing 8 variables selected of INDEC, were built Indices of Quality of Life (among 1 to 10, being 1 the worst living condition and 10 the best situation of index), and it was compared with the essential services provision and data of the water samples.

By means of LIBs proceeded to the detection of heavy metals. By Espectroscopy UB they were carried out analysis of Nitrates, Nitritos, Amonio, of superficial water and in water of network.

Particularly plans of the following heavy metals were detected: Leads, Mercury, Arsenic, Chromium and Zinc, inclusive in water of network. It has been considered alarming the proportions of Nitrates in wells but mainly in water of public network. These values in Maps of Contaminants, was to correlated the risk with their possible sources and to the quality of life of the population affected. For the case of Tandil due to the presence of contaminants in water of network and to the life quality conditions of the population affected, presents the revision of the concept téorico of social vulnerability.

CONTEXTO DEL TRABAJO:

El presente trabajo muestra resultados del riesgo al que está sometida la población urbana, a determinados contaminantes medidos en aguas (de pozo, de agua de red pública y superficiales) en

la localidad bonaerense de Tandil, Argentina. Corresponden a componentes metales pesados Nitratos y Nitriros detectados durante el año 2004 y a principios del año 2005.

Para definir zonas de mayor riesgo a contaminantes, se considera la correlación espacial de zonas que contienen puntos de mayor presencia y proporciones de contaminantes con las peores condiciones de calidad de vida de la población urbana y la presencia de características de la población (edad por ejemplo) que son más vulnerables a dichos contaminantes.

El abordaje de estas mediciones se realiza desde un proyecto multidisciplinario[1], en el cual se integra una línea de trabajo en Sistemas de información Geográfica ó SIG, una línea de detección de metales pesados mediante técnicas de detección por pulso Láser y otra de componentes físicos y químicos de agua así como presencia de Nitratos y Nitritos mediante Espectroscopía UV (en el Laboratorio de Espectroscopía UV de Facultad de Ingeniería, UNCPBA).

Debido a la extensión del trabajo, aquí sólo se presentan detalles de análisis de los valores correspondientes a Nitratos en aguas, y de las proporciones alarmantes dentro del agua de red pública, concluyendo en que la mayor vulnerabilidad al riesgo a Nitratos en Tandil, no es tanto social (o por peores condiciones de vida o calidad de vida) sino por grupos etarios. Luego el trabajo también intenta proponer algunos replanteos del concepto de vulnerabilidad social al riesgo empleado en forma tradicional, así como la necesidad urgente de plantear el control de Nitratos en pozos de suministro de agua para la ciudad de Tandil, así como en la red al Municipio local.

INTRODUCCIÓN:

Ciertos fenómenos naturales de origen hidrológico, geológico ó climáticos (por ejemplo: inundaciones, terremotos y tornados, entre otros), así como efectos derivados del riesgo construido o antrópico, ya sea por: el manejo producción y consumo de recursos naturales que producen residuos reactivos, tóxicos, explosivos, corrosivos (en fin peligrosos); de la aplicación de una tecnología inapropiada y ó formas de producción que incurren en accidentes, fallas técnicas, o manejo inescrupuloso y vertido sin control de los residuos generados. Todos estos elementos representan peligro para el medio y sobre todo un riesgo para el desarrollo de una población de una región o un país.

El peligro como riesgo se puede medir en efectos a los que se denominan pérdidas. Estas pérdidas pueden clasificarse en directas (relacionadas con daños físicos, número de víctimas, daños en infraestructuras y servicios públicos, y en definitiva pérdidas de vidas y del hábitat o medio donde se vive), e indirectas con efectos socioeconómicos tales como *"interrupción de transporte público,...afectación de servicios públicos, de los medios de información y desfavorecimiento de la imagen de una región...con efectos económicos...por baja producción, desmotivación de la inversión y generación de gastos de rehabilitación."* (Cardona A., O.1993).

A partir de la UNESCO, en 1979 se promovió una reunión de expertos en desastres y mediciones de riesgo, quienes intentaron unificar definiciones referidas a desastres naturales y análisis de la Vulnerabilidad (UNDRO, 1979). Se definió como Amenaza o Peligro a la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso en cierto periodo de tiempo y en un determinado lugar o

[1] Proyecto de Investigación, Ciencia y Tecnología Orientado (PICTO), Nº 1311505. AGENCCIA FONCYT y UNCPBA. Argentina.

sitio. Se consideró Vulnerabilidad como *grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo* (expresándola en su fórmula en una escala índice, desde 0 o sin daño hasta 1 o de pérdida total). En dicha oportunidad también quedaron definidos Riesgo específico (grado de pérdidas esperadas debido a un evento particular y como una función de la amenaza y la vulnerabilidad), Elementos bajo riesgo (población, cantidad de edificios, rutas, puentes, actividades económicas, e infraestructuras y servicios de un área determinada) y Riesgo Total (como la suma de Riesgo específico más Elementos bajo riesgo). También en 1979, desde el Instituto de Ingeniería Sísmica y Sismología (IZIIS) de Skope, Yugoslavia, se elimina en la fórmula de riesgo total a la variable *Elementos bajo riesgo*, ya que se debería considerar implícita en la Vulnerabilidad. De esta forma Riesgo Total (Rt) es igual a la extensión y repetición del Peligro vinculado a la Vulnerabilidad del área y de los elementos amenaza natural.

Debido a la recurrencia de algunos tipos de los denominados desastres naturales, algunos trabajos situados en medir el peligro y pérdidas directas se ha intentado medir al menos potencialmente la población afectada y sus características de calidad de vida (Almandóz, M.G. y García, M.C., 2000), mientras en varios trabajos se han llegado a calcular el porcentaje promedio anual de pérdidas socioeconómicas y se los han relacionado inclusive con lo que ellas equivales respecto a los Productos Internos Brutos (Cardona A., O. Op.Cit.)

Retomando estas definiciones y fórmulas para medir el riesgo ante una amenaza o peligro natural, en este trabajo, en parte se ha adaptado para medir riesgo ante la presencia de contaminantes (en muchas bibliografías considerado como accidente antrópico ó humano), originados probablemente de actividades humanas cuyos residuos efluentes y sólidos urbanos, hipotéticamente podrían estar generando efectos negativos sobre las aguas ubicadas cuenca debajo de la ciudad, y podrían constituir un riesgo en la salud de la población que no posee agua corriente (ubicada aguas abajo del área urbana). En este caso el riesgo estaría determinado por la presencia de contaminantes en pozo de extracción de aguas para consumo de la población de la periferia urbana. Pero para ello es menester una aclaración bien específica: Vulnerabilidad natural (de los medios: agua, ya sea arroyo, lago, mar o acuífero; aire o suelo) no es lo mismo que Vulnerabilidad social al riesgo.

La vulnerabilidad de un acuífero (por ejemplo) dependerá de la profundidad de los sedimentos y características geológicas (porosidad y coeficiente de infiltración) de los sedimentos ubicados en la parte superior del acuífero y de los usos del suelo superficiales y aguas arriba del acuífero en cuestión. Si en el caso de los acuíferos ubicados aguas debajo de la ciudad de Tandil, tuviéramos vulnerabilidad, y los pozos de abastecimiento de agua de red pública no estuvieran con buena calidad de construcción y mantenimiento; debería considerarse que la población en riesgo a contaminantes incluiría también a la población de la localidad que recibe agua corriente (y no ya sólo al a población de la periferia que extrae agua en pozos cercanos a los de la batería de pozos que abastece la red pública).

La vulnerabilidad social como concepto de construcción social se corresponde al concepto de pobreza, que de acuerdo a la mayor parte de los trabajos sobre el tema, de las dos últimas décadas, es entendida como población con carencias, en un estado de deterioro, ó una situación de menoscabo que indica tanto ..."*una ausencia de elementos esenciales para la subsistencia y el*

desarrollo personal como una insuficiencia de las herramientas necesarias para abandonar aquella posición". Sus dificultades pueden se más estructurales o más coyunturales, "*según sea la índole de los indicadores que se utilizan y por ende, el método por el cual se mide y clasifica el fenómeno".* Se es pobre cuando no se logra o alcanza a satisfacer las denominadas "necesidades básicas", pero también cuando, los ingresos se ubican por debajo de denominada línea de pobreza. La situación de pobreza vinculado a carencia y deterioro ..."*no sólo compromete el presente, con el debilitamiento de la trama social sino que involucran a las generaciones futuras, en la perspectiva de la transferencia intergeneracional de la pobreza. Es casi un "círculo perverso" donde se reproduce las condiciones de marginalidad" .* Por tanto cuando las condiciones de vida permiten clasificarla como pobre o carente de vida digna, ..."*también se está haciendo referencia al deterioro de los vínculos relacionales, ... un alejamiento de la vida pública* (sin) *presencia política o su influencia social "* (Perona, N.; Et Al. 2002).

En este sentido conceptual pobreza es carencia o falta de calidad de vida, insatisfacción de necesidades básicas para el desarrollo y población del estrato más vulnerable socialmente hablando por su falta de posibilidades de enfrentarse a satisfacer sus propias necesidades, su alejamiento y desvinculación de la vida relacional pública, y, por la imposibilidad de sobrevivir al peligro con el cual convive (sobretodo cuando se trata de ambientes contaminados, entendiendo como ambiente al propio hábitat con la infraestructura y servicios en la vivienda y barrio, en el sentido de calidad del *medio ambiente interno* analizados por Hardoy, J. y Satterthwaite, 1987). Por tanto para el presente trabajo, hablaremos de vulnerabilidad social a priori cuando la población posea las peores condiciones de vida (más bajos valores de calidad de vida), por considerar que se trataría de población con incapacidad o imposibilidad de sobrevivir, resistir y o recuperarse ante la ingesta de agua con contaminantes.

Ahora bien, cuando hablamos de determinado tipo de contaminante se requiere de datos adicionales para analizar vulnerabilidad de la población al riesgo. Por ejemplo gas radón que en su momento era eliminado por presencia de naftas con plomo en combustión de caños de escape, la población vulnerable, tenía ciertas características: niños y personas de baja estatura. Para uno de los casos específicos analizados en este trabajo, Nitratos en agua, para la Organización Mundial de la Salud (OMS) se considera que proporciones mayores a 45 mg/l (o partes por millón abreviada como ppm), afectan principalmente a infantes desde 0 hasta 5 años. En este caso al verificar la presencia del Peligro Nitratos, se debería considerar su correlación o convivencia con grupos de población en dicho rango de edades, además de sus condiciones de calidad de vida.

Por tanto desde el presente trabajo, el concepto de vulnerabilidad social al riesgo a contaminantes en aguas, está compuesto por dos bases conceptuales muy diferentes aunque asociadas: a) la vulnerabilidad social por condiciones de vida ó valores de Índice de Calidad de Vida ICV (siendo más vulnerables quienes poseen los más bajos valores de ICV); b) el grado de peligro de la amenaza o riesgo, considerado las proporciones de contaminantes verificados por el presente estudio y c) grupo de población que de acuerdo a estados de edad, sexo y otros estaría especialmente afectado por un tipo de contaminante.

Por último, en todo cálculo de Vulnerabilidad social lo que se intenta es arrojar cifras sobre la población que se encontraría con menores posibilidades de sobrepasar el peligro ante una amenaza

natural o riesgo construido por el hombre. Para ello se parte de considerar como área bajo peligro o riesgo, a aquella donde las características del riesgo medido posea mayor grado de peligro para la salud humana; y, a partir de dicha área, calcular desde un SIG la población afectada leyendo la incidencia de capas gráficas sobre datos cargados en otra (Almandóz, M.G. y García, M.C., Op.Cit.).

METODOLOGÍA:

Para calcular Población vulnerable ante la presencia de riesgo a contaminantes presentes en aguas, se generaron una serie de capas de información geográfica (damero o manzanero urbano, radios fracciones INDEC 2001 y Localización de puntos de muestra de agua entre otras), integradas a tablas de datos que permitieron realizar mapas temáticos y los correspondientes análisis dentro de un SIG de tipo vectorial (Atlas Gis 2.1, versión bajo DOS).

La selección de los primeros puntos de muestreo de aguas, se llevó a cabo teniendo en cuenta información elaborada y analizada previamente: Mapas Topográficos (García, M.C. 1997 y 1998), Mapas de Índice de Calidad de Vida Urbana en 1991 (García, M. C.; 2001), Mapas con Evolución de Coberturas de Red de Servicios y Equipamientos Agua Corriente y Cloacas así como la localización de Batería de Pozos de Abastecimiento de Agua de Red de DOSBA Tandil (Martín, A.V. ; 2004, García, M.C. 2004 y Martín, A. V. y García, M.C. 2004), y Mapas de Usos del Suelo de Tandil conteniendo posibles rubros comerciales, industriales o de servicios que generen residuos vinculados a los que se intenta medir riesgo asociado a vulnerabilidad (el mismo fue confeccionado a partir del Listado de Habilitación Municipal a Agosto de 2004 (Figura 1).

A partir de esta información se amplió el número de muestras para mejorar los primeros censos realizados septiembre de 2004. Este primer muestreo de puntos denominados testigos (donde se presuponía menor u mayor carga de contaminantes y que se siguen censando hasta terminar con el proyecto), consideraba Pozos de extracción de Agua para consumo (desde diferentes niveles de aguas subterráneas), localizados en áreas de la periferia de la ciudad. Cinco puntos están localizados en área serrana y en alta cuenca, otros cinco están ubicados hacia la zona de piedemonte distal y aguas abajo de los usos del suelo que se comportan como fuente de contaminantes. Entre los puntos testigos también se incluyeron seis puntos de muestreo en aguas superficiales (lago y arroyos), un efluente superficial industrial y, debido a no haber conseguido el permiso oficial para censar pozos de la batería de DOSBA Tandil, también se incluyeron Cinco Muestras de canillas públicas o de canillas de red en casas particulares (Figura 2).

Los primeros resultados de análisis de agua llevados a cabo por diferentes técnicas (LIBS y Espectroscopia UB), desde Laboratorios de la Universidad Nacional del Centro que se integran en el proyecto desde el cual se realiza este trabajo (Instituto de Física Aplicada Arroyo Seco de la Facultad de Ciencias Exactas en Tandil y Laboratorio de Análisis Químicos de la Facultad de Ingeniería en Olavarría). Determinados resultados comprometían seriamente al concepto tradicional de vulnerabilidad social al riesgo, ya que aparecían tanto trazas de metales pesados así como los más altos valores de contenidos de Nitratos (NH3-) en las muestras testigos de agua corriente (ver Cuadro 1 con datos seleccionados). Debido a ello en meses posteriores no sólo se amplió la base de puntos a censar tanto a pozos de agua como a agua corriente.

Para los Mapas temáticos de Nitratos en aguas (Figura 4), se procedió a trabajar con tablas de atributos Nitratos trabajando con dos capas de puntos de muestras (aguas de pozo y superficiales por un lado, y muestras en agua de red de abastecimiento público en segundo lugar). Los datos mostrados corresponden a las mediciones procesadas de la salida de campo del 01 de diciembre de 2004.

De la misma forma se procedió para realizar los mapas temáticos de los contaminantes (entre otros) ya detectados y procesados: Nitritos, Cadmio, Cromo, Mercurio, Plomo y Zinc, aunque no los trataremos en profundidad aquí.

Para combinar el riesgo asociado a todos estos contaminantes detectados, se ha intentado en primer lugar considerar valores índices por cada variable contaminante examinado, entre 1 a 10. Se consideran luego combinados en un índice final (Índice de Riesgo o Peligro a contaminantes IRC entre 1 y 10), en el cual en primer lugar se consideran los valores promedios de valores índices individuales y luego se traduce dicho promedio a nuevos valores índices. En el IRC se asignó valor uno (1) de riesgo cuando el riesgo se corresponde con el menor de los valores índices asignados a las muestras, y en cambio se asigna valor diez (10) cuando corresponde al mayor valor de los promedios calculados (Cuadro 2). A las situaciones intermedias se les asignan valores proporcionales entre estos dos extremos.

Debido a que al término del presente trabajo aún faltan procesar los datos del muestreo de diciembre de 2004 (para Cadmio, Mercurio y Zinc), se ha decidido presentar los valores de IRC hallado para contaminante Nitrato, cuyos datos fueron traducidos a fin de construir el mapa temático correspondiente (Figura 5).

Cada muestra (pozo, punto o canilla) censada en las tareas de campo, ha sido localizada mediante coordenadas empleando un receptor de Geoposicionamiento satelital (GPS Garmín, 12 canales). Esos datos X e Y fueron integrados a los datos de contaminantes (cargados como campo zeta de tabla) para dichos puntos, en un programa de modelado de superficie (Surfer 8, versión Demo). Así se obtuvieron curvas que delimitan zonas de grado de riesgo o peligro a contaminantes (comprendidas entre curvas isolíneas ó de isocontaminantes), las que se editaron luego dentro del SIG vectorial empleando en el presente trabajo.

Para considerar las condiciones de vida de la población urbana en Tandil, se construyó un índice de calidad de vida urbana 2001 (ICV), indexando los datos del Censo INDEC de la localidad de Tandil georreferenciados en la capa de radiosfracciones 2001, ya digitalizada en el SIG (Ver Mapa temático en la Figura 6). Al confeccionar el ICV de la población, se emplearon datos inéditos del Censo Nacional de Viviendas y Hogares de INDEC 2001, como ocho (8) variables: *Hogares-Vivienda* (hacinamiento de 3 a más personas por cuarto, Propiedad, Problemas de disponibilidad de agua para consumo, Disponibilidad de inodoro o retrete de uso exclusivo, Porcentaje de Viviendas Ranchos y de Viviendas Inquilinatos y Pensiones); y variables de *Población* como Nivel Educativo de la población (Nivel alcanzado menor a primario en mayores a 14 años y Nivel primario incompleto en Jefes de Hogar). Estas ocho variables seleccionadas por el método de simplificación (significación y reducción estadística de variables, propuesto en García, M.C.; 2001), permiten calcular valores de índice de Calidad de Vida con medidas que permiten deslindar a partir de valores de ICV menores a cinco (5) a

los sectores de mayor pobreza. El índice se calculó con variación entre 0 y 10, siendo 10 la mejor valoración posible de Calidad de Vida Urbana, y correspondiendo valor 0 a la peor situación posible de las condiciones de vida de la población urbana. Por último, se asignaron valores proporcionales a situaciones intermedias.

Para el Mapa de riesgo a contaminante que se muestra aquí (Riesgo a Nitratos), y debido a que el mayor peligro de este contaminante se presenta en infantes desde recién nacidos hasta aproximadamente los cinco (5) años de edad; se ha realizado paralelamente a la confección del ICV, la carga de datos cantidad de población y conjuntos etarios entre 0 y 5 años por cada radio fracción. Esto permite luego leer estos datos desde las zonas de mayor riesgo a nitratos. Este cálculo dentro del SIG vectorial se puede realizar tanto leyendo los datos de población o grupo etario desde las propias entidades radio-fracciones donde se han cargado, como por Mapa Temático o trabajo de barredor o incidencia desde las zonas entre isocontaminantes.

Por último se procedió a analizar los resultados, definir principales conclusiones y propuestas, así como a la redacción de esta ponencia.

DESARROLLO:

Una vez confeccionado el mapa de Usos del Suelo que podrían arrojar contaminantes en suelos y aguas (activando dentro del SIG a capas con elementos seleccionados: industrias, sitios de disposición de residuos y corredores de transporte principales); usos que de alguna forma afectaran a pozos de extracción de agua particulares y hasta los de distribución de agua de red (pertenecientes a DOSBA Tandil), (ver Figura 1); se determinaron puntos de muestreo testigo de contaminantes (ver Figura 2), tanto en alta cuenca como aguas debajo de estos usos del suelo.

Figura 1: Mapa con Localización de Puntos de Usos del Suelo Posibles de generar contaminantes y sumar riesgo

Fuente: Elaboración propia para el PICTO 13 11505.

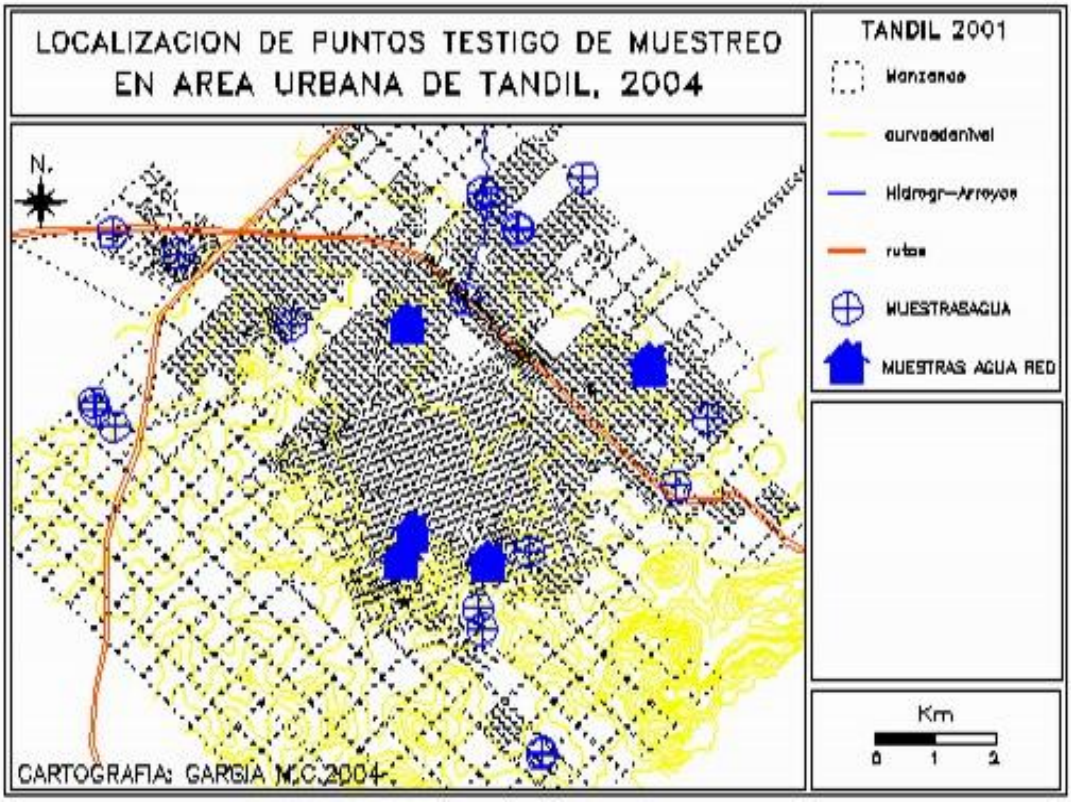
En la cartografía adjunta como Figura 1, se han representado a los usos del suelo (actividades comerciales, servicios y tanto de manufacturas como industrias que por sus productos y procesos pueden arrojar afluentes líquidos y residuos sólidos en suelos, los que se han seleccionado del

Listado de Habilitación Municipal), como puntos negros: . Obsérvese que por la topografía dada por curvas de nivel ( ) la mayor concentración se encuentra aguas arriba de la Batería de Pozos ( ) que abastecen de agua al conjunto de la ciudad de Tandil.

En la página siguiente, obsérvese en la Figura 2, que además de haberse seleccionado muestras de Agua de Pozos y Muestras en Aguas Superficiales representadas en el mapa como: ⊕;
y también se han incluido en el muestreo testigo a Muestras de Agua corriente en domicilios seleccionados (pertenecientes a domicilios de algunos de los integrantes del proyecto y a canillas públicas de la periferia, las que para la cartografía de la Figura 2, fueron representadas con símbolos de casitas:

Una vez tomadas las muestras de agua y obtenidos sus resultados de acuerdo a los métodos de detección adoptados en el trabajo, los resultados fueron analizados y tabulados como contaminantes del primer censo en muestras testigos.

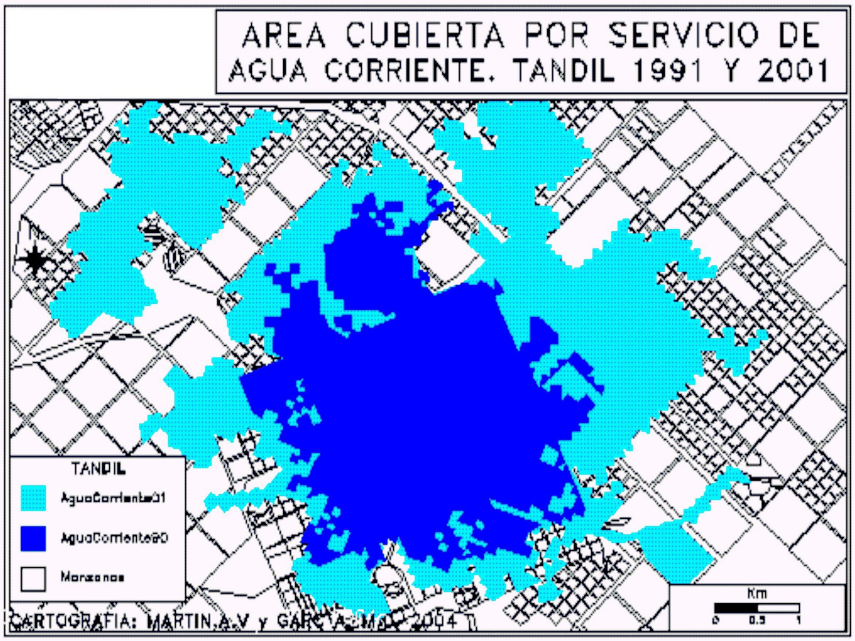
Figura 2: Mapa con Localización de Puntos de Muestras Testigo



Fuente: Elaboración Propia para el PICTO 13 11505.

Debido a la aparición de altos contenidos en Nitratos y en parte Metales Pesados en agua de red pública (ver Cuadro 1 anexado en Cuadros al final del trabajo), se decidió ampliar no solo las muestras en aguas de pozos de extracción de agua (correspondiente a viviendas sin agua corriente), sino ampliar la base de muestreo en la propia área cubierta por la red de agua, de distribución pública(Figura 3).

Figura 3: Zona Cubierta por Red de Agua de Distribución Pública (considerando su evolución entre años 1991 y 2001).



Fuente: Elaboración propia dentro del PICTO 13 11 505

La red pública en el año 2001, si bien creció respecto a la del año 1991, ya se ha constatado en trabajos de campo, que no significa que se ha materializado como conexión real. Pero en este caso se tuvo en cuenta para deslindar muestras en zonas donde no se tiene posibilidades de conectarse por la inexistencia de red, de aquellas donde las muestras supuestamente podrían llegar a tener agua de red. De esta forma se amplió la red de muestreo. Un total de cien puntos de muestreo se visitaron durante varias oportunidades en tareas de campo, y a fin de obtener muestras de agua, que se analizó en durante el año 2004 (meses octubre, noviembre y diciembre).

Los datos de contaminantes detectados correspondientes al muestreo de Diciembre 2004 son los que se analizan en el presente trabajo, desarrollando en detalle el que nos permiten medir riesgo y vulnerabilidad a contaminación por Nitrato. Con los datos procesados de todas las muestras cargados e integrados en Mapas temáticos confeccionados en un SIG, se puede realizar el siguiente análisis:

Los Nitratos en aguas detectados (Figura 4), se representan con valores en partes por millón, tanto en muestras correspondientes a agua de red como a aguas de pozos de extracción para bebida y consumo humano, en aguas superficiales de Lago y arroyos, y hasta en una salida de efluente del parque industrial Tandil (PIT). Al cotejar el contaminante medido, se puede observar (tanto en el Cuadro 2 del anexo al final del trabajo como en la salida gráfica del mapa temático correspondiente a la Figura 4), que las cifras más elevadas corresponden a muestras censadas en agua de distribución por red pública.

Organizando los datos en cinco (5) intervalos de análisis estadístico de estas muestras, se puede verificar su distribución de contaminantes y las muestras o casos que están incluidas en cada variación de intervalo. Así por ejemplo:

Del total de las muestras realizadas en agua corriente, solo el dos con cuarenta y cuatro por ciento (2.44 % constituido por una sola muestra), del total de muestras en agua corriente se ubica en intervalos de agua potable sin ningún riesgo a Nitratos (entre 2 a 34 ppm); correspondiéndoles el más bajo riesgo para la población (traducido a Valor de índice de riesgo a contaminante ó IRC=1). El doce con veinte por ciento (12.20%) constituido por cinco muestras, también poseen bajos valores de nitratos, aunque se acercan al valor de cuarenta y cinco partes por millón (45 ppm) establecido como límite por la organización mundial de la salud, ya que tienen un valor promedio de cuarenta con dos ppm. El veinticuatro con treinta y nueve por ciento (24.39 %) de las muestras (con 10 casos) superan los cuarenta y cinco partes por millón (45ppm) hasta llegar a las noventa partes por millón en Nitratos (90ppm). El cuarenta y tres con noventa por ciento (43.90%) de los casos muestras (conteniendo 18 casos), supera las noventa partes por millón (90ppm) y llega hasta las ciento veinte partes por millón (con un promedio de ciento cinco con 35 partes por millón). En el intervalo de mayor contenido de Nitratos se ubica una sola muestra que constituye el dos con cuarenta y cuatro por ciento (2.44 %) del total de las de agua corriente. Su valor es de ciento veintidós con veinte partes por millón, constituyéndose en la muestra que marca el mayor IRC Nitrato (IRC=10) para la localidad Tandil.

Para las muestras correspondientes a agua de pozo y superficiales (en Figura 4), fue necesario trabajar con sólo tres (3) intervalos de variación de Nitratos, ya que de sus análisis surgieron resultados menores a los de agua corriente.

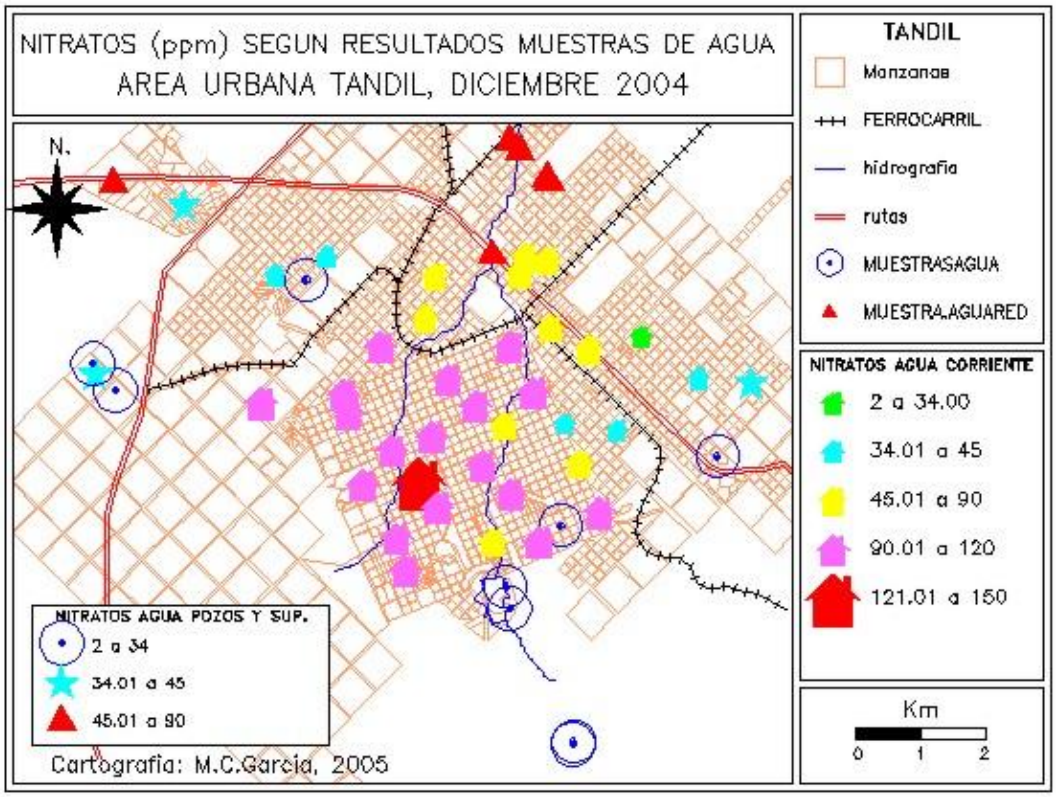
El análisis de su distribución nos indica que:

El cuarenta y siete por ciento (47%, que en este caso están representados por nueve muestras), de los casos muestreados en pozos y aguas superficiales se ubican con proporciones de Nitratos que van desde dos hasta treinta y cuatro partes por millón (2 a 34 ppm), y por tanto con el más bajo riesgo a contaminante Nitrato (IRC=0).

El quince con setenta y nueve por ciento (15.79%), de los casos corresponden a tres muestras cuyos valores de Nitratos oscilan entre treinta y cuatro hasta cuarenta y cinco partes por millón (intervalo entre 34.01 a 45 ppm). El promedio de estas muestras es de treinta y siete con cincuenta y nueve ppm, por lo tanto siguen considerándose de bajo riesgo (IRC=1) a contaminante Nitrato.

En un tercer intervalo se ubican un total de seis muestras que constituyen el treinta y un por ciento (31%) de las muestras en pozos y en aguas superficiales. En este caso superan todas ellas el límite de las cuarenta y cinco partes por millón, con un promedio de cincuenta y seis partes con noventa y una (56.91 ppm). Pero debe aclararse que aquí se hallan incluidas además de tres muestras de pozos construidos aguas debajo de la ciudad y a pocos metros del arroyo Langueyú, a dos muestras tomadas en dicho arroyo, y una muestra que constituye un efluente superficial de una industria del Parque Industrial Tandil. Aún así en su conjunto, no alcanzan los altos contenidos de nitratos registrados en muestras de agua corriente, y por tanto no constituyen los valores de mayor riesgo a contaminante (IRC=10).

Figura 4: Nitratos en muestras de agua en Tandil

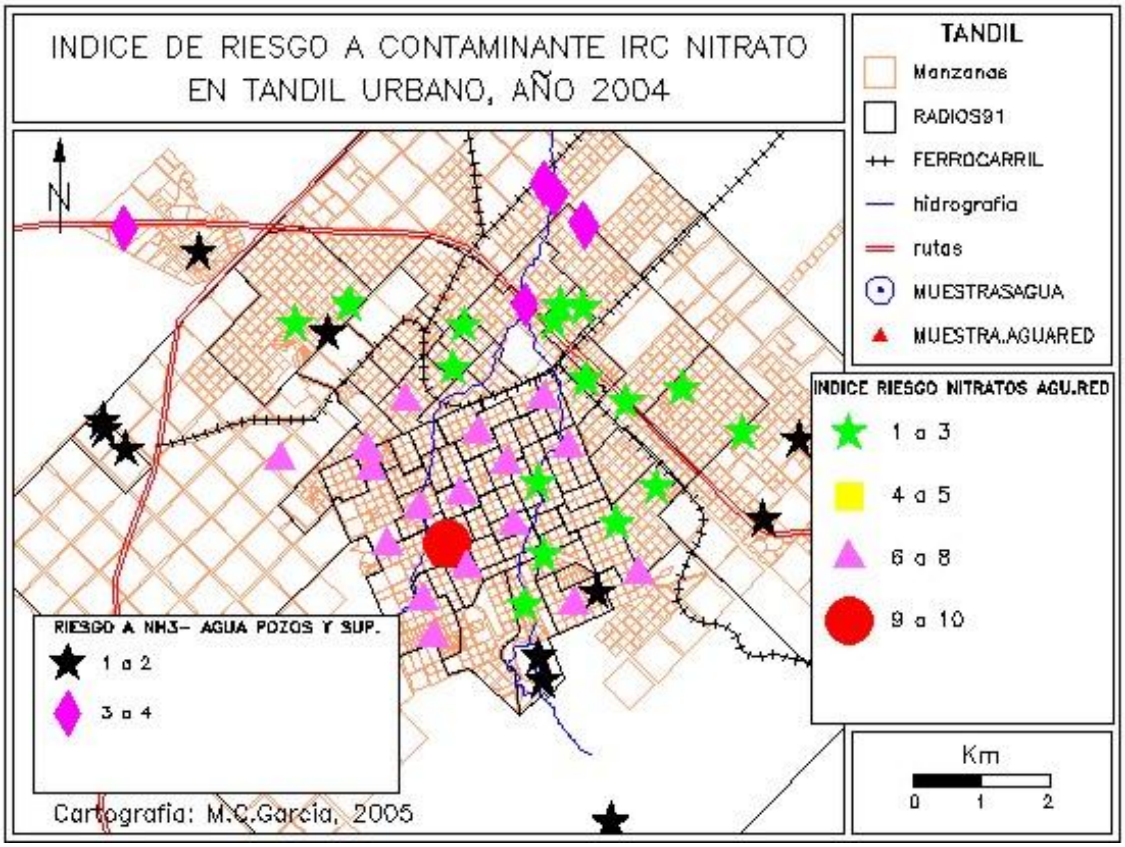


Fuente: Elaboración propia para PICTO 1311505

Con los datos de contaminantes y directamente procediendo a valorarlos de acuerdo a la variación escogida entre valores de índice IRC uno (1) a diez (10), para medir menor a mayor riesgo a contaminantes respectivamente. Se procedió luego a determinar el grado de riesgo de cada contaminante cuyos resultados (inclusive con datos de trazas de metales pesados en agua corriente) pueden observarse en el Cuadro 2, anexado al final del trabajo. En el caso específico de Nitratos en aguas, se decidió descartar el cálculo correspondiente a vulnerabilidad de acuíferos (en el cual se considera por ejemplo profundidad de pozo, variación de acuíferos y porosidad e infiltración de materiales en los que se ha hecho la perforación); ya que el mayor riesgo se ha materializado para las muestras correspondientes a agua abastecida por red pública. Pero no se descarta seguir trabajando con este concepto en tareas futuras, ya que los acuíferos que hipotéticamente presentan vulnerabilidad, serían los que son explotados desde la red pública.

Estos datos puntuales se cargaron como valor zeta en una planilla de trabajo como para obtener el modelado en tres o dos dimensiones.

Figura 5: Índice de Riesgo a Contaminante Nitrato en Tandil



Fuente: Elaboración propia para PICTO 1311505

Con los datos de valores de muestreos de Nitratos (que es el que detallamos en este trabajo), se incorporaron sus datos en una planilla de trabajo dentro de un software que permite generar un modelo de dos y tres dimensiones. Se consideraron valores de Longitud, Latitud y partes por millón o miligramos por litro de Nitratos medidos correspondientes a los puntos de muestra.

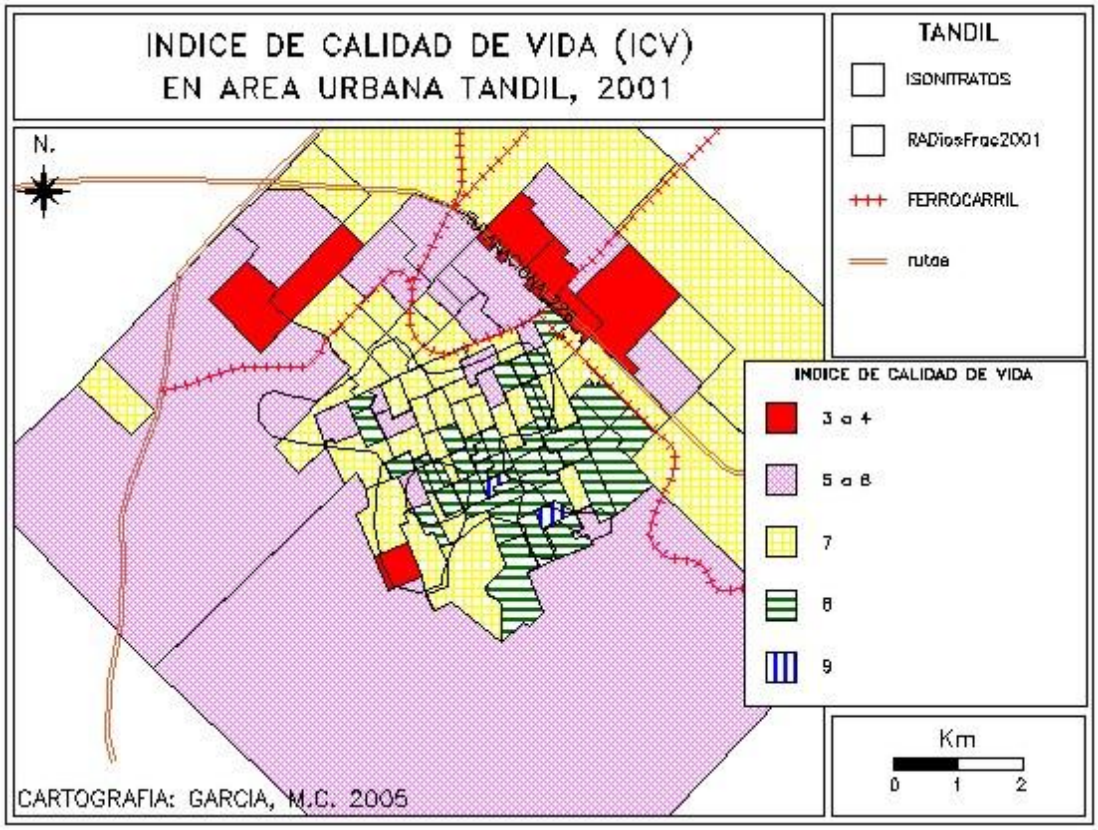
Generando la salida gráfica en dos dimensiones, se obtuvieron isocontaminantes (isonitratos). Las zonas comprendidas entre valores de mayor peligrosidad (IRC) se digitalizaron sobre el Mapa de Calidad de Vida (Figura 6 incluida en la página siguiente).

De la misma figura 6, se puede observar que la curva de isonitratos ( ) se encuentra superpuesta o con mayor correlación espacial a radios-fracciones que detentan buenas a muy buenas condiciones de vida (de acuerdo a los valores de índice de calidad de vida urbana ó ICV, calculados para este trabajo), a excepción del radio-fracción ubicado al SurOeste (que figura en rojo y en el cual se localiza uno de los barrios más carenciados de la localidad de Tandil).

Sin embargo la correlación espacial mayor coincide con población cuyas condiciones de vida son buenas a muy buenas ya que poseen índices de calidad de vida urbana que varían entre valores 7 y 8.

En las curvas de riesgo, los valores 9 y 10 corresponden a las mayores concentraciones de Nitratos, y por tanto de mayor riesgo sobre la salud de la población consumido de dicha agua.

Figura 6: Mapa Temático de Indice de Calidad de Vida en Tandil 2001.

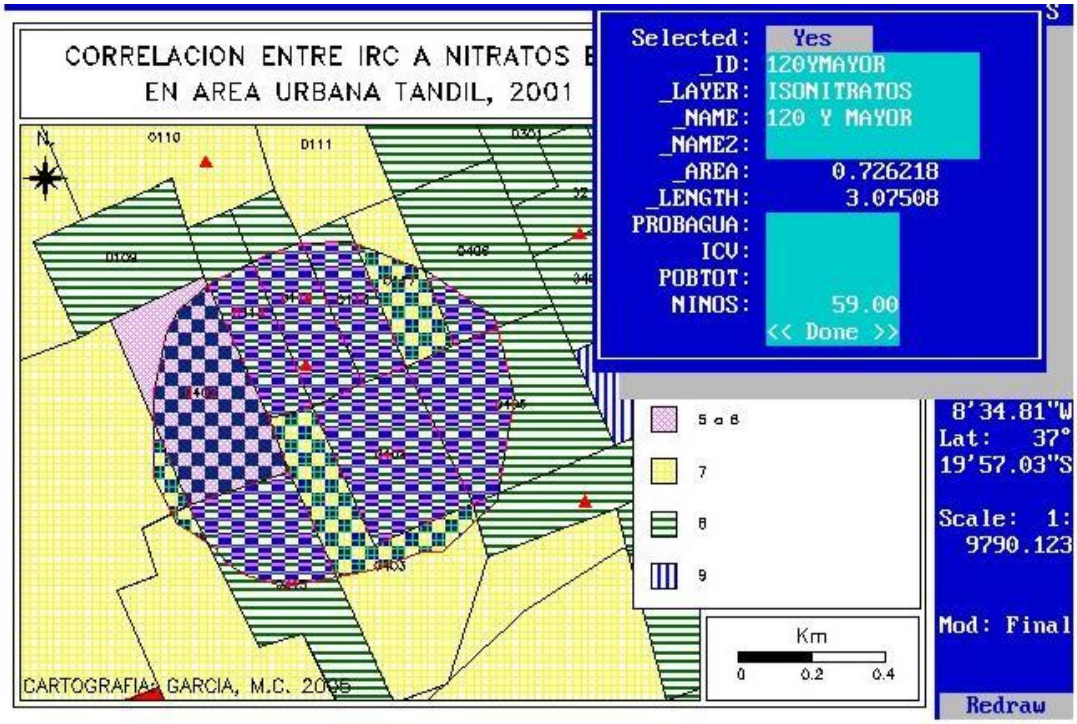


Fuente: Elaboración propia para PICTO 1311505

Por ejemplo, se digitalizó la zona de riesgo mayor a Nitratos dibujando una entidad regional comprendida dentro de isolíneas de IRC 10 y entre curvas isocontaminantes con riesgo 9 a 10). Por ultimo dichas capas de zonas de mayor riesgo se pudieron analizar y correlacionar espacialmente con el Mapa Temático de Índice de Calidad de Vida (ICV) Urbana de Tandil 2001(Figura 6 y Figura 6 bis).

Como parte de los análisis de correlación, se aplicó luego un análisis con operación de barredores (Buffer). Por ejemplo en la Figura que se inserta a continuación de este párrafo, se hace la lectura de los niños de 0 a 5 años que corresponden a uno de los radios-fracciones que caen debajo de la curva de isonitratos de mayores proporciones, y por tanto de mayor peligrosidad (índice de riesgo 10).
Esta tarea de barrido o lectura de datos se puede efectuar tanto desde uno de los radios fracciones o sobre el total de las unidades censales en la que se tienen cargados (desde una Tabla) los datos ya sea de Población Total, o de Niños de determinada edad, etc.

Figura 6 bis: Lectura de correlación o incidencia de la curva cerrada de mayor IRC a Nitratos



Fuente: Elaboración propia para PICTO 13 11505

En esta figura en realidad se muestra la imagen de captura tomada desde la pantalla del monitor cuando se está llevando a cabo la operación de barrido, y con un acercamiento al área que queda superpuesta a la curva cerrada de más de ciento veinte partes por millón sobre la que se ha operado desde el SIG leyendo la cantidad de niños entre 0 a 5 años que viven con sus familias en los radios fracciones sobre los que incide dicha curva de riesgo a Nitratos (en este caso lee 59 niños para el radio-fracción 0404, el que está contenido totalmente en el área de mayor peligro); pero lo importante es que: de la lectura total sobre todos los radios a los que se superpone total o proporcional a cada radio-fracción, se han calculado unos 1118 niños entre o a 5 años en esta zona con mayor índice de riesgo. Esta cifra es alarmante ya que significa el 11.36% de toda la población del grupo de 0 a 5 años (9833 niños en área urbana), según los datos del Censo INDEC 2001.

Para el caso se Riesgo a Nitratos Calidad de Vida, se plantea una correlación espacial de los mayores riesgos a contaminantes (IRC) en áreas urbanas con medianos a altos valores de ICV (seis radio-fracciones en parte parcialmente superpuestos con ICV 8; tres unidades censales radio-fracciones superpuestos con ICV 7 y un radio fracción prácticamente superpuesto con valor de ICV 6), y en todos los casos se trata de población que posee agua corriente o abastecimiento por red pública. Por tanto la Población Vulnerable ya no es tanto por estrato social o condición de vida para el caso de Nitratos, sino por corte etario.

Del análisis o lectura completa de estos datos de población que caen bajo la curva isonitratos comprendida entre 90.01 a 120 ppm, surge que sólo uno de los radios fracciones (el 0417) se

corresponde con un ICV bajo (4), sosteniendo en este caso población vulnerable tanto social como por grupos de edades. Pero lo más preocupante es el resultado de la lectura de datos que cae en la zona de contenidos de Nitratos mayores a 90 ppm, es que casi afectaría al 36% de los niños de la ciudad de Tandil, los que quedan alojados en hogares y viviendas de radiofracciones correlacionados espacialmente bajo la zona entre curvas de isonitratos 90 y 120.

Conclusiones:

Analizando los valores correspondientes a determinados contaminantes presentes en muestras de agua realizadas en la localidad de Tandil, se ha presentado que para el caso de medir Población bajo riesgo a contaminantes de Nitratos se ha tenido que cambiar los métodos normalmente empleados para calcular población bajo riesgo. El motivo principal de este cambio y adecuación metodológica radicó en las alarmantes proporciones de Nitratos que se han medido en muestras correspondientes a agua de red pública.

Para el caso concreto analizado en este trabajo, el mayor riesgo a contaminante (IRC) Nitrato coincide con muestras ubicadas en área urbana con red de agua de abastecimiento público, y es coincidente con radios fracciones del Censo 2001 localizados en el Centro SurOeste y Sur de la ciudad.

En dichos radios fracciones se presentan valores altos de Índices de calidad de vida (ICV) urbana (con valores de ICV predominantes 7 y 8), lo cual no sólo replantea teóricamente el cálculo de Vulnerabilidad Social al riesgo a contaminantes, sino las variables empleadas para medir calidad de vida urbana, entre las cuales poseer agua corriente o de red se considera una necesidad básica e indispensable.

Para determinar población más vulnerable a estos altos valores de IRC Nitrato, se consideró alarmante la cantidad de niños que pueden estar siendo afectados ante la ingesta de Nitratos en agua corriente. Y aunque no recaen dentro de la zona más crítica o de mayor riesgo, se considera de vulnerabilidad tanto social como etaria a la población en corte de edades entre 0 a 5 años de los radios fracciones 0417 y 0402, en los que el ICV son 4 y 6 respectivamente (los de menor calidad de vida dentro de los que coinciden en la zona de riesgo con IRC entre 7 y 8, hasta rodear la zona de índice 9 a 10) y que corresponden a barrios cercanos al Estadio Municipal, y al Barrio Las Tunitas (ubicado al Oeste del Parque Cerro Independencia).

Los resultados analizados hasta aquí plantean una urgente denuncia de estos datos ante las autoridades del agua que manejan la provisión de agua de red (supuestamente potable). Si bien sus encargados han manifestado que realizan mezclas entre el agua de los pozos de abastecimiento público para garantizar que al consumidor le lleguen proporciones de Nitratos acordes al Código Alimentario Nacional y siguiendo pautas de la Organización Mundial de la Salud; sin embargo se observan resultados alarmantes que hablan de una mezcla que o no está bien realizada o que goza de problemas para conseguir sus objetivos. Por tanto quienes están tomando agua de red tienen un 45% de los casos mayor riesgo que quienes no poseen agua corriente.

Para proseguir con el desarrollo de la investigación que aquí mostramos, se requiere de algunos elementos que se pueden resumir en los puntos siguientes.

Con estos primeros resultados concretamente se propone que para el cálculo de Vulnerabilidad de la Población al Riesgo de Contaminantes (VPRC) se integren:

a) Índice de Riesgo de Contaminantes (IPC), por presencia y proporciones de residuos peligrosos CADMIO, CROMO, MERCURIO, NITRATO, NITRITO, PLOMO y ZINC (constatados en muestras del año 2004 y recientemente en nuevos muestreos de principios del 2005) generando las zonas de mayor criticidad de peligro (entre isocontaminantes);

b) Índice de Calidad de Vida Urbana de la Población elaborado con datos del Censo de Población, Vivienda y Hogares de INDEC 2001, para radios fracciones de de la localidad de Tandil del 2001, y

c) Dato de Población bajo riesgo y ó correctivos en el caso de tratarse de contaminantes en aguas de red (y que en el caso Nitratos aquí analizado se utilizó como grupo erario).

También a partir de este trabajo, se plantea proseguir tanto los trámites correspondientes a obtener el permiso de muestreo de pozos de DOSBA, realizar los estudios correspondientes a vulnerabilidad de acuíferos en la parte más baja de la cuenca (donde se halla la batería de pozos de DOSBA), así como averiguar si el riesgo pueda estar asociado no sólo a alto contenido de Contaminantes en Batería de Pozos DOSBA Tandil, sino debido a accidentes, falta de mantenimiento de redes y tanques de distribución así como fallas en las *mezclas* que declaran realizar (los informantes claves entrevistados), para neutralizar los altos contenidos de Nitratos y a fin de mantener valores que no superen las 45 ppm.

Bibliografía:

Almandóz, M.G. y García, M.C. (2000). "CÁLCULO DE POBLACIÓN POTENCIALMENTE AFECTADA POR INUNDACIONES EN TANDIL, A PARTIR DEL EMPLEO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA" . En resumen y versión completa en CD del Segundo Ecuentro Internacional Humboldt. Centro de Estudios Alexander V.Humboldt. Mar del Plata

Cardona A., O. (1993). "EVALUACIÓN DE LA AMENAZA, LA VULNERABILIDAD Y EL RIESGO". En Red de estudios sociales en Prevención de desastres en América Latina. Disponible trabajo completo en página de internet http://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/html/cap3.htm. 21p.

Hardoy, J. y Satterthwaite, D. (1987). "LAS CIUDADES DEL TERCER MUNDO Y EL MEDIO AMBIENTE DE LA POBREZA". ISBN 950-694-001-0. Colección Estudios Políticos y Sociales. Grupo Editor Latinomareicano. Buenos Aitres. Argentina. 123p.

García, M.C. (1997). "PRINCIPALES PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES". En Velázquez, G. "Tandil, Calidad de Vida en la ciudad de Tandil"., Serie Urbana Ciudades Intermedias Capítulo N° 7. Universidad de La Serena e IPGH., Chile, 1997. Pp-63-76.

García, M.C. (1998). "EJES DE CRECIMIENTO URBANO Y CONDICIONES LIMITANTES DEL AMBIENTE FÍSICO EN LA CIUDAD DE TANDIL, PROVINCIA DE BUENOS AIRES,

ARGENTINA." GARCÍA, M.C. En 5TAS Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses CIC y Universidad Nacional de Mar del Plata. Mar del Plata.

García, M. C. (2001). ¨CALIDAD DE VIDA Y BRECHA SOCIAL ENTRE SEIS CIUDADES INTERMEDIAS DE ARGENTINA¨ Conferencia Invitada al III Seminario Internacional de Estudios Urbanos. Universidad Austral de Chile, Valdivia.2001.

García, M.C. (2004). ¨EL DESIGUAL ACCESO A SERVICIOS PÚBLICOS URBANOS. BRECHAS SOCIALES Y RIESGO AMBIENTAL EN EL CASO DE TANDIL, ARGENTINA¨. Ponencia en Comisión Científica : Dinamica de sistemas globales y locales del VIII CONGRESO INTERNACIONAL DE CIENCIAS DE LA TIERRA. INSTITUTO PANAMERICANO DE GEOGRAFÍA E HISTORIA E IGM. Edición en CD- Ponencias. Centro de Conferencias Diego Portales. Santiago Chile. 10 páginas. 18 al 22 de octubre de 2004.

INDEC (2001). BASE DE DATOS POR RADIOS FRACCIÓN DE HOGARES VIVIENDA Y POBLACIÓN inéditos, para la localidad de Tandil, provincia de Buenos Aires. Buenos Aires.

Martín, A.V. ;(2004). "CALIDAD DE VIDA Y SERVICIOS URBANOS. EL CASO DEL AGUA DE RED Y SANEAMIENTO EN LA CIUDAD DE TANDIL".Ponencia. En CD SEXTO ENCUENTRO INTERNACIONAL HUMBOLDT. "América Latina más allá de los noventa". Organizada por el Centro Humboldt. Villa Carloz Paz. Córdoba. Argentina. Edición en CD. 17páginas. 13 al 17 de Septiembre 2004.

Martín, A. V. y García, M.C. (2004). ¨CALIDAD DE VIDA Y SERVICIOS URBANOS. EL CASO DEL AGUA DE RED Y CLOACAS EN DOS BARRIOS DE LA CIUDAD DE TANDIL¨. Ponencia ante el IV ENCUENTRO DE INVESTIGADORES Y III ENCUENTRO DE TESISTAS DE GRADO Y POSGRADO. Organizado por la Secretaría de Investigación y Posgrado de la Facultad de Cs. Humanas. UNCPBA. Salon de Usos Multiple UNCPBA. Tandil. En CD. Ponencias.ISBN 950-658-149-5, 15 páginas. 25 al 26 de Noviembre de 2004.

Perona, N.; Crucella, C.; Rocchi, G.; Robin, S. (2002) "Vulnerabilidad y Exclusión social. Una propuesta metodológica para el estudio de las condiciones de vida de los hogares".Ponencia en Congreso Internacional Ciudadanía y Políticas Sociales Organizado por la Facultad de Educación y Humanidades, Departamento de Ciencias Sociales Escuela de Trabajo Social de la Universidad de Bío Bío. Chillán. Chile (disponible en http://www.ubiobio.cl/cps/)

UNESCO UNDRO, (1979).Conceptos Vulnerabilidad Amenaza y Riesgo de la Reunión de Expertos de Yugoeslavia. Disponible en Página de internet: Http:// www. Drgeorgepc.com/Natural Disasters.htm.

ANEXO DE CUADROS/ TABLAS:

CUADRO 1 : EJEMPLO DE ALGUNOS VALORES DE CONTAMINANTES PRESENTES EN MUESTRAS TESTIGOS ANALIZADAS PARA INTEGRARLAS EN EL CALCULO DE ÍNDICE DE RIESGO

NITRATO	**INITRA**	NITRITO	**INITRI**	PLOMO	**IPLO**	MERCURIO	**IMER**	ZINC	**IZINC**	CROMO	**INCRO**	CADMIO	**ICAD**	**PRIE**	**INDICE RIESGO**	**MUESTRAS**	
41,30	**1**	0,00	**1**	1,00	**10**	0,00	**1**	0,00	**1**	0,00	**1**	0,00	**1**	2,29	**5**	10.33	AG. POZO
17,30	**1**	0,30	**3**	0,00	**1**	0,00	**1**	1,00	**10**	0,00	**1**	0,00	**1**	2,62	**6**	1A23	AG. POZO
23,00	**1**	0,01	**1**	0,00	**1**	0,00	**1**	0,00	**1**	0,00	**1**	0,00	**1**	1,00	**1**	1A43	AG. POZO
53,00	**3**	1,38	**10**	0,00	**1**	0,00	**1**	0,00	**1**	0,00	**1**	1,00	**10**	3,90	**10**	12	AG. SUPERF.
53,00	**3**	0,00	**1**	0,00	**1**	0,00	**1**	0,00	**1**	0,00	**1**	0,00	**1**	1,33	**2**	14	AG. SUPERF.
10,00	**1**	0,00	**1**	1,00	**10**	0,00	**1**	0,00	**1**	0,00	**1**	0,00	**1**	2,29	**5**	15	AG. SUPERF.
52,00	**3**	0,00	**1**	0,00	**1**	0,00	**1**	1,00	**10**	0,00	**1**	0,00	**1**	2,62	**6**	16.11	AG. POZO
61,60	**3**	0,00	**1**	0,00	**1**	0,00	**1**	0,00	**1**	0,00	**1**	0,00	**1**	1,33	**2**	4.33	AG. POZO
70,50	**3**	0,15	**3**	1,00	**10**	0,00	**1**	0,00	**1**	0,00	**1**	0,00	**1**	2,95	**7**	4BIS	AG. POZO
50,90	**3**	0,63	**7**	0,00	**1**	0,00	**1**	1,00	**10**	0,00	**1**	0,00	**1**	3,43	**9**	5	EFLUENTE
76,90	**3**	0,00	**1**	0,00	**1**	0,00	**1**	0,00	**1**	1,00	**10**	0,00	**1**	2,62	**6**	50	**AGUA CORRIENTE**

Fuente: Elaboración propia basada en datos procesados de algunas de las muestras correspondientes a aguas y censadas durante el año 2004 desde proyectos PICTO 1311505 y GEO 3.2.124

CUADRO 2 : PROMEDIOS DE ÍNDICES DE CONTAMINANTES Y SU INTEGRACIÓN POR INTERVALOS EN UN ÍNDICE DE RIESGO ENTRE 1 Y 10 (DONDE 1 SIGNIFICA MENOR RIESGO Y 10 MAYOR RIESGO)

PROMEDIOS TODOS LOS INDICES DE CONTAMINANTES			
MAX		3,904	
MIN		1,00	
INTERVALOS var		0,290428571	INDICE R
	1,000	1,290	1
	1,291	1,581	2
	1,582	1,871	3
	1,872	2,162	4
	2,163	2,452	5
	2,453	2,742	6
	2,743	3,033	7
	3,034	3,323	8
	3,324	3,614	9
	3,615	3,904	10

FUENTE: Elaboración propia en base a datos censados en el marco de proyectos PICTO 131150 y GEO 3.2.124.